

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-242378
(43)Data of publication of application : 07.09.2001

(51)Int.Cl. G02B 15/20
G02B 13/18

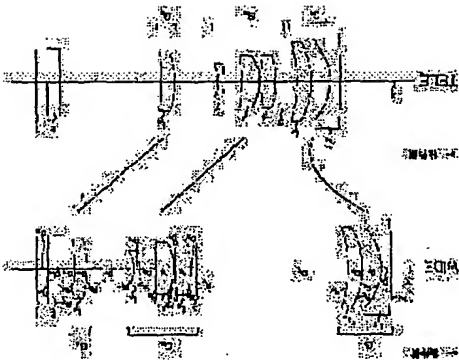
(21)Application number : 2000-051304 (71)Applicant : FUJII PHOTO OPTICAL CO LTD
(22)Date of filing : 28.02.2000 (72)Inventor : TANAKA TAKESHI

(54) THREE-GROUP ZOOM LENS

(57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a three-group zoom lens having bright aperture such as F2.8 and a variable power ratio equal to or above 2.5, realizing high speed focusing and miniaturization, achieving high resolving power and having good aberration by adopting a rear focus type while properly setting the position of an exit pupil from an image pickup surface and further satisfying specified lens shape and a conditional expression.

SOLUTION: As for this lens, three lens groups G1, G2 and G3 which are negative, positive and positive are arrayed in order from an object side. In the case of varying power from a wide-angle end to a telephoto end, the lens group G1 is moved to relatively approach the lens group G2 and the lens groups G2 and G3 are moved to the object side. The lens group G2 is constituted by disposing a diaphragm 3, a 3rd lens L3 consisting of a biconvex lens whose surface having strong curvature faces to the object side, a 4th lens L4 consisting of a positive meniscus lens whose convex surface faces to the object side and a 5th lens L5 consisting of a negative meniscus lens whose concave surface faces to an image side in order from the object side. Especially, the lens satisfies the following conditional expression (5). In the expression (5) $v2P>88$; $v2P$ is the mean value of the Abbe number of the positive lens of the 2nd lens group.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

置を充分に遠くする必要がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、近年、光学系の小型化を促進するため、射出模が、撮像面の物体側方向の有制限距離に位置するとき最も効率よく受光することができると言うCCDが開発され、その結果最大像高の5倍程度の射出位置まで良好に受光可能となっている。

【0007】そのようなCCDにおいては、射出位置が遠くなるような受光効率が悪くなってしまう。上記公報に記載されているように第3レンズ群が変位時にほとんど移動しない構成のものにおいては、逆にその点で不利となってしまう。

【0008】一方、従来の3群構成リアフォーカス式の他のズームレンズとしては、特開昭59-31922号公報に記載されたものが知られている。このズームレンズは至近距離合焦時にあって、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を一定に保ちながら変位が行われるため、広角端において撮像面からの射出位置が近くなり過ぎることが多く、一定の距離を保とうとすると、望遠端の無限遠合焦時にあって第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が大きくなり、小型化の要求を満たすことが困難となる。

【0009】このような観点から、本発明者は、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔を一定に保ちながら変位可能とし、また、所定の撮像位置に非球面を配すことによりも収差といたして3群ズームレンズを開示している(特開平11-90762号明細書)。この3群ズームレンズによれば、小型化を図りつつ収差を良好なものとすることができ、前述した従来技術の問題は解決されているといえる。

【0010】しかしながら、電子スチルカメラ等を使用されるCCDは、今後もその総画素数の飛躍的な増大が予測され、現に300万を越えるものも次々と開発されている。そのため、電子スチルカメラ等に用いられる撮 *

$$\begin{aligned} 0.3 < f_w / |f_1| < 0.6 \\ 1.1 < f_r / |f_1| < 1.6 \\ 0.4 < f_a / f_s < 0.8 \\ 0.15 < D_{aw} / f_s < 0.3 \\ \gamma_{ap} > 68 \end{aligned}$$

ただし、 f_1 は第1レンズ群の焦点距離、 f_w は広角端における全系の焦点距離、 f_r は望遠端における全系の焦点距離、 D_{aw} は広角端の無限遠合焦時における第2レンズ群の最も後面の面から第3レンズ群の最も物体側の面までの間隔、 γ_{ap} は第2レンズ群の正レンズの平均値である。

【0013】また、前記3群ズームレンズの具体的な構成としては、例えば、前記第1レンズ群は物体側から順に、傍側に強い曲率の凹面を向けた負レンズ、物体側に

$$\begin{aligned} N_{1n} > 1.72 \\ \gamma_{1n} - \gamma_{1p} > 11 \end{aligned}$$

ただし、 N_{1n} は第1レンズ群の正レンズの屈折率、 γ_{1n} は第1レンズ群の正レンズのアッベ数、 γ_{1p} は第1レンズ群の正レンズの正レンズの物体側の面および像側の面の曲率半径である。

【0014】
【作用】本発明の3群ズームレンズによれば、無限遠合焦時にあって第2レンズ群と第3レンズ群の間隔を一定に保ち、また、所定の撮像位置に非球面を配すことによりも収差といたして3群ズームレンズを開示している(特開平11-90762号明細書)。この3群ズームレンズによれば、小型化を図りつつ収差を良好なものとすることができ、前述した従来技術の問題は解決されているといえる。

【0015】また、第1レンズ群を負レンズと正レンズの2枚で構成し、さらに各レンズ群にそれぞれ少なくとも1つの非球面を使用することで、小型でありながら諸収差を良好に補正することができる。なお、本発明のズームレンズは、全てのレンズ群が移動可能とされているもので、メカ的に近接機構を取り付けることが比較容易であり、全長をさらに短くすることも可能となる。

【0016】次に、上記条件式(1)および(2)は、それぞれ広角端および望遠端における、第2レンズ群と第3レンズ群の合成レニズ群の結像位置を基準として、適切な収差を確保しつつ、小型化と収差の補正をバラバラに実現するためのものである。すなわち、上記条件式(1)の下限を越えたと、広角端における光学系の全長が長くなり、小型化が実現できなくなる。また同時に、広角端におけるバックフォーカスが短くなり、第3レンズ群と像面の間にローパスフィルタ等を導入するスペースが確保できなくなる。一方、上記条件式(1)の上限を越えたと、第1レンズ群の屈折力が過大となり、第1レンズ群を2枚で構成することが困難になる。

【0017】また、条件式(2)の下限を越えたと、2.5倍以上の収差比を保つためには第1レンズ群の変位時の移動量が長くなり過ぎ、小型化が実現できなくなる。一方、上記条件式(2)の上限を越えたと、第1レンズ群の屈折力が過大となり、第1レンズ群を2枚で構成することが困難となる。

【0018】また、上記条件式(3)は、第2レンズ群と第3レンズ群の屈折力を適切に配分するためのものである。上記条件式(3)の下限を越えたと、第3レンズ群の屈折力が過小となるためにフォーカシングの移動量が長くなり過ぎ、その結果フォーカシングによる周辺像面の歪曲が大きくなり過ぎる。一方、上記条件式(3)の上限を越えたと、第3レンズ群の屈折力が過大となり、1枚構成にすることが困難になる。

【0019】また、上記条件式(4)は、第2レンズ群と第3レンズ群の間隔を規定するためのものである。上記条件式(4)の下限を越えたと、フォーカシングの移

$$\begin{aligned} N_{1n} > 1.72 \\ \gamma_{1n} - \gamma_{1p} > 11 \end{aligned}$$

動可能に至る距離が長くなってしまふ。また、撮像面からの射出位置も充分に確保できなくなる。一方、条件式(4)の上限を越えたと、撮像面からの射出位置と望遠端の第2レンズ群と第3レンズ群との間隔が大きくなることも、第3レンズ群各レンズのレニズ径も大きくなるため、小型化に不利となってしまう。

【0020】また、上記条件式(5)は、第2レンズ群の正レンズのアッベ数の平均値を示すもので、この2つの正レンズの少なくとも一方に対して低分散の材料を用いることを規定したものである。

【0021】これにより、F2.8程度の明るさを得る場合にも、レンズ全系における色収差を良好な範囲のものとすることが可能である。

【0022】また、一般に、撮像速度が上がると、レニズ保持枠は熱膨張によって光軸方向に伸びることになる反面、ピント位置は物体側にずれやすくなる。上述のピントずれが生じる。しかし、本発明の3群ズームレンズにおいては、上記第2レンズ群の正レンズに上述した如き低分散材料を用いることにより、温度上昇に伴ってピントずれを補正することができる。すなわち、このように低分散の材料においては、一般の材料と異なり、温度上昇に伴って屈折率が低下するため、ピント位置を像側にずらすことが可能となり、レンズ系全体として、ピントずれを補正することができる。

【0023】また、このような低分散材料は、融点が比較的低いので、非球面形成のためのモールディングが容易である。

【0024】また、上記条件式(6)は、第1レンズ群内の負レンズの屈折率を規定するためのものである。上記条件式(6)の下限を越えたと、上記負レンズの曲率が像の方向に強くなるため、たとえ非球面を使用しても広角端における非点収差や周辺像歪を補正するのが難しくなる。

【0025】また、上記条件式(7)は、第1レンズ群内の負レンズと正レンズのアッベ数の差を規定するためのものである。上記条件式(7)の下限を越えたと、広角端における色収差や、変位時における軸上色収差の歪曲を充分に抑えることが困難になる。

【0026】さらに、上記条件式(8)は、第1レンズ群内の正メニスカスレンズのいわゆるシェイプファクタを規定するためのものである。条件式(8)の下限および上限のどちらかを越えても、広角端における非点収差を補正できなくなり、その結果第1レンズ群を2枚のレニズで構成することが困難になる。

7

【発明の実施の形態】 実施例1より以下、本発明の実施例について図面を参照しつつ説明する。

【0028】 図1は、実施例1の3群ズームレンズの広角端（WIDE）および望遠端（TELE）におけるレンズ構成図を示すものである。また、図1中に、広角端から望遠端に進む間の各レンズ群G₁、G₂、G₃の移動軌跡が示されている。

【0029】 実施例1の3群ズームレンズは図1に示すように、物体側より順に、全体として負の屈折力を有する第1レンズ群G₁と、正の屈折力を有する第2レンズ群G₂と、正の屈折力を有する第3レンズ群G₃とからなり、ズームングのために第1レンズ群G₁および第2レンズ群G₂は可動とされ、無限遠から近距離へフォーカシングする際には、前記第3レンズ群G₃を物体側に移動させるように構成され、これら3つのレンズ群G₁、G₂、G₃を光軸Xに沿って移動することにより、全系の焦点距離fを変化させるとともに光量を結像面1上に均等良く集束させるようにしたズームレンズである。

【0030】 さらに、本実施例のズームレンズにおいて *

- 【0033】
- (1)
 - (2)
 - (3)
 - (4)
 - (5)
 - (6)

$$v_{1n} - v_{1a} > 11$$

$$2.5 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < 6$$

$$0.3 < f_w / f_s < 0.6$$

$$1.1 < f_r / f_s < 1.6$$

$$0.4 < f_a / f_s < 0.8$$

$$0.15 < D_{av} / f_s < 0.3$$

$$v_{av} > 68$$

$$N_{1n} > 1.72$$

$$v_{1n} - v_{1a} > 11$$

$$2.5 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < 6$$

$$0.3 < f_w / f_s < 0.6$$

$$1.1 < f_r / f_s < 1.6$$

$$0.4 < f_a / f_s < 0.8$$

$$0.15 < D_{av} / f_s < 0.3$$

$$v_{av} > 68$$

$$N_{1n} > 1.72$$

$$v_{1n} - v_{1a} > 11$$

$$2.5 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < 6$$

$$0.3 < f_w / f_s < 0.6$$

$$1.1 < f_r / f_s < 1.6$$

$$0.4 < f_a / f_s < 0.8$$

$$0.15 < D_{av} / f_s < 0.3$$

$$v_{av} > 68$$

$$N_{1n} > 1.72$$

$$v_{1n} - v_{1a} > 11$$

$$2.5 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < 6$$

$$0.3 < f_w / f_s < 0.6$$

$$1.1 < f_r / f_s < 1.6$$

$$0.4 < f_a / f_s < 0.8$$

$$0.15 < D_{av} / f_s < 0.3$$

$$v_{av} > 68$$

$$N_{1n} > 1.72$$

$$v_{1n} - v_{1a} > 11$$

$$2.5 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < 6$$

$$0.3 < f_w / f_s < 0.6$$

$$1.1 < f_r / f_s < 1.6$$

8

*は、第1レンズ群G₁は物体側から順に、像側に凸面を向けた負のメニスカスレンズからなる第1レンズL₁および物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズからなる第2レンズL₂を配設してなり、また、第2レンズ群G₂は物体側から順に、較り3、物体側に強い凸面を向けた凸面レンズからなる第3レンズL₃、物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズからなる第4レンズL₄、像側に凸面を向けた負のメニスカスレンズからなる第5レンズL₅を配設してなり、また、第3レンズ群G₃は物体側に凸面を向けた正のメニスカスレンズからなる第6レンズL₆により構成されている。

【0031】 また、第6レンズL₆と結像面（CCD撮像面）1の間にはローパスフィルタや赤外線カットフィルタを含むカバーガラス部2が配されている。

【0032】 また、以下の条件式（1）～（8）を満足する構成とされている。なお、図1のレンズ移動軌跡に示すように、無限遠合焦時においては、前記第2レンズ群G₂と前記第3レンズ群G₃の間隔は変倍時にほぼ一定となるように構成されている。

【0033】

..... (1)

..... (2)

..... (3)

..... (4)

..... (5)

..... (6)

..... (7)

..... (8)

ただし、f₁は第1レンズ群G₁の焦点距離、f_wは広角端における全系の焦点距離、f_rは望遠端における全系の焦点距離、D_{av}は広角端の無限遠合焦時における第2レンズ群G₂の最も像側の面から第3レンズ群G₃の最も物体側の面までの間隔、v_{1n}は第1レンズ群G₁の負のレンズの屈折率、v_{1a}は第1レンズ群G₁の負のレンズのアップベク、v_{1s}は第1レンズ群G₁の正のレンズのアップベク、R₁およびR₂はそれぞれ第1レンズ群G₁の正のレンズの物体側の面および像側の面の曲率半径である。

【0034】 次に、この実施例1にかかるズームレンズ

9

	無限遠	近距離	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
可変1	22.46	2.38	22.46	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38	2.38
可変2	6.93	6.93	6.93	6.93	6.93	6.93	6.93	6.93	6.93	6.93	6.93	6.93	6.93	6.93	6.93	6.93	6.93	6.93
可変3	2.00	14.68	2.85	17.99	17.99	17.99	17.99	17.99	17.99	17.99	17.99	17.99	17.99	17.99	17.99	17.99	17.99	17.99

$$f = 4.71 \sim 24.39, \quad F_\infty = 2.09 \sim 4.57, \quad 2\omega = 81.2^\circ \sim 12.6^\circ$$

【0038】

【表2】

*は「至近距離」とは面1の頂点から0.2mの位置を表す。

【0040】 また、本実施例においては、第1レンズL₁の物体側の面（第1面）、第4レンズL₄の両面（第8、9面）および第6レンズL₆の物体側の面（第12面）に下記表1の非球面式で表される形状の非球面が設けられている。

【0041】

【表1】

各位置での、焦点距離f、F_∞および面角2ωの値が示されている。また、表2（表5において同じ）において *

$$Z = \frac{h^2/R}{1 + \{1 - (1 + K) \times h^2/R^2\}^{1/2}} + A_1 h^4 + A_3 h^6 + A_5 h^8 + A_7 h^{10}$$

Z：光軸方向への厚さ

R：近軸曲率半径

h：光軸からの高さ

K：円筒定数

A₁、A₃、A₅、A₇、A₉：高次の非球面係数

※ける1、8、9、12の各面のR値を代入する。

【0042】 また、下記表3には、上記非球面式に示される非球面の各定数K、A₁、A₃、A₅、A₇、A₉の値

を示す。なお、上記非球面式におけるRには、表1にお

【表3】

【表3】

【表3】

【表3】

【表3】

【表3】

【表3】

【表3】

【表3】

【表3】

【表3】

【表3】

【表3】

【表3】

【表3】

【表3】

【表3】

【表3】

【表3】

【表3】

【表3】

【表3】

【表3】

【表3】

11

れている。

【0046】＜実施例2＞次に、実施例2の3群ズームレンズについて説明する。この実施例2のレンズは、上記実施例1のレンズとはほぼ同様のレンズ構成とされているが、第1レンズL₁は物体側に後述する非球面を付けた凹レンズとされている点で異なっている。

【0047】この実施例2における各レンズ面の曲率半径R (mm)、各レンズの中心厚および各レンズ間の空

面	R	厚	D
1	∞	1.50	1.80510
2	8.531	2.31	40.7
3	8.853	2.41	
4	13.838	可変1	1.60517
5	可変2	0.60	
6	12.412	2.66	1.49700
7	-38.413	0.15	81.6
8	8.921	2.55	1.49700
9	178.888	2.03	
10	17.192	0.70	1.64655
11	5.308	可変2	23.5
12	12.835	2.06	1.58833
13	42.641	可変3	31.1
14	∞	2.00	1.51680
15	∞		64.2

$f=8.70\sim24.37$, $F\#=2.68\sim4.49$, $2\omega=81.4^\circ\sim22.6^\circ$

【0049】

【表5】

可変1	可変2	可変3	無限遠	近距離	TELE	WIDE	TELE
22.95	5.89	2.00	22.95	5.12	2.64	22.95	2.37
5.89	2.00	11.91	5.12	2.77	17.16	5.89	2.37

【0050】なお、表4の下段には広角端および望遠端各位置での、焦点距離f、F $\#$ および面角 ω の値が示されている。

【0051】また、本実施例のズームレンズは、第1レ

面	K	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
1	0.00000	1.34233×10^{-4}	-2.18664×10^{-4}	3.03560×10^{-4}	-1.56337×10^{-4}	A_{10}
3	-0.49162	-7.01485×10^{-4}	1.30772×10^{-4}	-1.96526×10^{-4}	1.39833×10^{-4}	
6	-0.31059	-1.46405×10^{-4}	-3.31471×10^{-4}	5.35884×10^{-4}	8.21595×10^{-4}	
8	-1.79703	1.50169×10^{-4}	3.64002×10^{-4}	-1.23749×10^{-4}	-8.40108×10^{-4}	
12	0.12787	1.45807×10^{-4}	2.15548×10^{-4}	-1.15575×10^{-4}	-2.35835×10^{-4}	

【0054】図3は上記実施例2のズームレンズの広角端および望遠端における縮収率を示す収差図である。この図3から明らかなように、実施例2のズームレンズによればズーム領域の全体に亘って良好な収差補正がなされる。

【表7】

13

条件式 (1)	条件式 (2)	条件式 (3)	条件式 (4)	条件式 (5)	条件式 (6)	条件式 (7)	条件式 (8)
0.47	1.33	0.49	0.23	75.9	1.81	16.3	3.75
0.45	1.27	0.56	0.23	81.6	1.81	16.3	4.55

【0057】なお、本発明の3群ズームレンズとしては上記実施例のものに限られるものではなく、例えば各レンズ群を構成するレンズの枚数や形状は適宜選択し得る。

【0058】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の3群ズームレンズによれば、無縫適合集光時において第2レンズ群と第3レンズ群の間隔を適宜時にほぼ一定としているのことで、撮像面からの射出位置を適切に設定しつつ、リアフォーカス方式の採用が可能になる。

【0059】また、第1レンズ群を偏レンズと正レンズの2枚で構成し、さらに3つのレンズ群にそれぞれ少なくとも1つの非球面を使用することで、小型でありながら縮収率を良好に補正することができ、

【0060】さらに、本発明の3群ズームレンズは、全てのレンズ群が移動可能とされているので、メカ的に沈着機構を取り付けることが比較的容易であり、全長をさらに短くすることも可能となる。

【0061】さらに、本発明の3群ズームレンズによれば、前述した5つの条件式 (1)～(5) を満足してい

【0062】これにより、F2.8程度の明るさを有するとともに2.5倍以上の収倍比を有し、フォーカシング

14

実施例1	実施例2
0.45	0.45
1.27	1.27
0.56	0.56
0.23	0.23
81.6	81.6
1.81	1.81
16.3	16.3
4.55	4.55

の高収率を図ることが可能であり、レンズ前面から撮像面までの全長が最大撮像サイズ (=最大像高×2) の6倍以下と小型でありながら、充分な高収倍力を確保し得る。色収差を含めた縮収率が良好な3群ズームレンズを得ることができる。特に、第2レンズ群の正レンズの平均値を決定する上記条件式 (5) を満足することで、F2.8程度の明るさを有する場合にも、レンズ全長における色収差を良好な範囲のものとすることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態 (実施例1 および実施例2) に係るレンズ基本構成を示す概略図

【図2】実施例1に係るレンズの広角端および望遠端における収差図

【図3】実施例2に係るレンズの広角端および望遠端における収差図

【符号の説明】

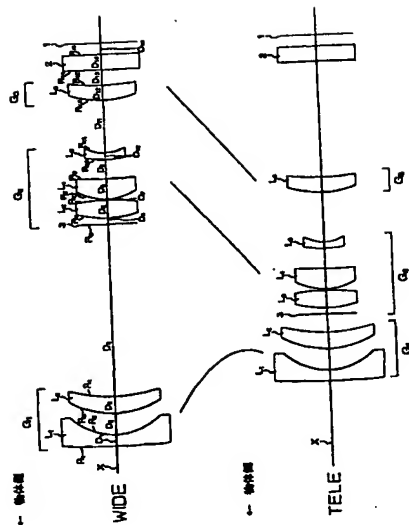
L₁～L₆ レンズR₁～R₁₀ レンズ面の曲率半径D₁～D₁₄ レンズ面間隔 (レンズ厚)

X 光軸

30 1 結像面

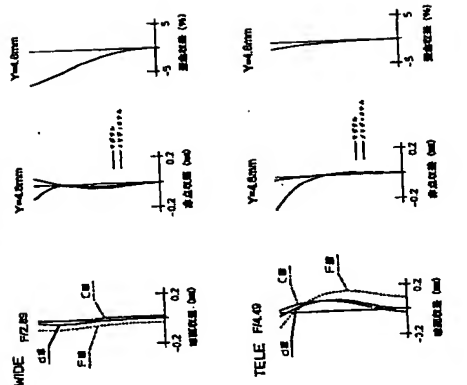
3 絞り

【図1】



【図3】

実施例 2



【図2】

実施例 1

